

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-021841

(43)Date of publication of application : 23.01.1996

(51)Int.Cl.

G01N 37/00

G01B 21/30

G11B 9/00

H01J 37/28

(21)Application number : 06-154497

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 06.07.1994

(72)Inventor : IKEDA TSUTOMU

KAWASAKI TAKEHIKO

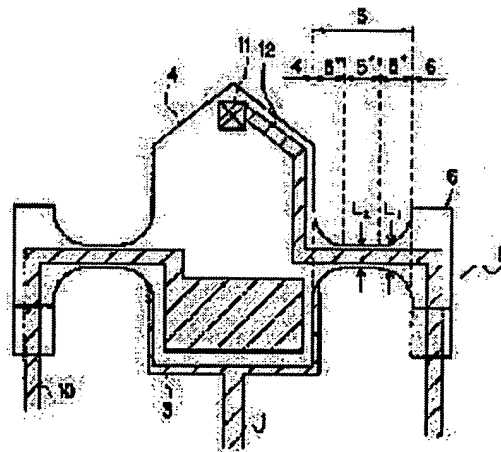
SHIMADA YASUHIRO

(54) FINE DISPLACEMENT ELEMENT AND INFORMATION PROCESSING DEVICE THEREWITH

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the occurrence of cracks near the root of a beam section during the drive for a long period by making the end section of a beam longer in length than a center section in the horizontal direction on a substrate perpendicular to a rotary shaft.

CONSTITUTION: A flat plate drive section 4 formed on a substrate via a void 3 is supported on a support section 6 by an inboard beam 5 rotatively supporting it, the end section of the drive section 4 is attracted to a fixed electrode 1 when a voltage is applied to the fixed electrode 1, the beam 5 is twisted, the whole drive section 4 is rotated around the axis of the beam 5, and a tip 11 provided at the tip of the drive section 4 is moved near to a sample medium. When the length L_1 of the end section 5" of the beam 5 in the horizontal direction on the substrate perpendicular to a rotary shaft is made longer than the length L_2 of the center section 5', no crack occurs during the drive for a long period, and the durability is improved. Since the electrode wiring 12 can be arranged apart from an upper electrode 10, the parasitic capacity generated between them can be reduced, and a weaker current can be detected with good sensitivity without reducing the driving distance for unit voltage.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-21841

(43)公開日 平成8年(1996)1月23日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 37/00	A			
G 0 1 B 21/30	Z			
G 1 1 B 9/00		9075-5D		
H 0 1 J 37/28	Z			

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 10 頁)

(21)出願番号	特願平6-154497	(71)出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成6年(1994)7月6日	(72)発明者	池田 勉 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(72)発明者	川崎 岳彦 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(72)発明者	島田 康弘 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(74)代理人	弁理士 若林 忠

(54)【発明の名称】 微小変位素子及びこれを用いた情報処理装置

(57)【要約】

【構成】 基板上に該基板との間に空隙を介して形成された平板駆動部、該基板に支持され該平板駆動部の回転支持を行う二つの梁、及び、該平板駆動部の駆動機構を有する微小変位素子であって、回転軸に直交する該基板上の水平方向における該梁の端部の長さ L_1 と該梁の中央部の長さ L_2 が $L_1 > L_2$ であることを特徴とするトーシヨンレバー型微小変位素子、光偏向器及びこれを用いた情報処理装置。

【効果】 長期間の駆動に耐えられるトーシヨンレバー型微小変位素子を提供でき、これにより電極配線を上電極から離して位置させられるため両者の間に発生する寄生容量を低減でき、単位電圧あたりの駆動距離を低下させることなく、より微弱な電流を感度良く検出できる走査型プローブ顕微鏡及び情報処理装置を提供できる。

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に該基板との間に空隙を介して形成された平板駆動部、該基板に支持され該平板駆動部の回転支持を行う二つの梁、及び、該平板駆動部の駆動機構を有する微小変位素子であって、回転軸に直交する該基板上の水平方向における該梁の端部の長さ L_1 と該梁の中央部の長さ L_2 が $L_1 > L_2$ であることを特徴とするトーションレバー型微小変位素子。

【請求項2】 基板上に該基板との間に空隙を介して形成された平板駆動部、該基板に支持され該平板駆動部の回転支持を行う二つの梁、及び、該平板駆動部の駆動機構を有する微小変位素子であって、回転軸に直交する該基板上の水平方向における該梁の端部の長さ L_1 と該梁の中央部の長さ L_2 が $L_1 > L_2$ であることを特徴とするトーションレバー型光偏向器。

【請求項3】 前記梁の端部の形状が該基板と水平方向において曲線状であることを特徴とする請求項1記載のトーションレバー型微小変位素子。

【請求項4】 前記駆動機構が前記基板上に設けた固定電極と前記平板駆動部との間に電圧を印加することにより該平板駆動部を該固定電極方向に空間的に変位させる駆動機構であることを特徴とする請求項1記載のトーションレバー型微小変位素子。

【請求項5】 前記トーションレバー型微小変位素子上にティップを有することを特徴とするプローブ。

【請求項6】 前記トーションレバー型微小変位素子上にティップを有し、該トーションレバー型微小変位素子の制御手段、該ティップと観察すべき試料媒体との距離を調節する手段及びティップと試料の間に電圧を印加する手段を備えたことを特徴とする走査型プローブ顕微鏡。

【請求項7】 前記ティップに通じる電極配線が梁の端部の曲線に沿って形成されていることを特徴とする請求項6記載の走査型プローブ顕微鏡。

【請求項8】 前記トーションレバー型微小変位素子上にティップを有し、該トーションレバー型微小変位素子の制御手段、該ティップと記録媒体との距離を調節する手段及びティップと記録媒体の間に電圧を印加する手段を備えたことを特徴とする情報処理装置。

【請求項9】 前記ティップに通じる電極配線の梁の端部の曲線に沿って形成されていることを特徴とする請求項8記載の情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、トーションレバー型微小変位素子及びこれを用いた走査型プローブ顕微鏡及び情報処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 最近、導体の表面原子の電子構造を直接観察できる走査型トンネル顕微鏡（以後、STMと略

2

す）が開発され[G. Binnig et al. Phys. Rev. Lett., 49, 57 (1982)]、単結晶、非晶質を問わず実空間像の高い分解能の測定ができるようになり、しかも試料に電流による損傷を与えずに低電力で観察できる利点も有し、更に大気中でも動作し、種々の材料に対して用いることができるため広範囲な応用が期待されている。STMは金属のタイプと導電性物質間に電圧を加えて1nm程度の距離まで近づけるトンネル電流が流れることを利用している。この電流は両者の距離変化に非常に敏感である。トンネル電流を一定に保つようにプローブを走査することにより真空間の全電子雲に関する種々の情報をも読み取ることができる。この際、面内方向の分解能は0.1nm程度である。したがって、STMの原理を応用すれば十分に原子オーダー（サブ・ナノメートル）での高密度記録再生を行なうことが可能である。

【0003】例えば、記録層として電圧電流のスイッチング特性に対してメモリ効果を持つ材料、例えば π 電子系有機化合物やカルコゲン化合物類の薄膜層を用いて、記録・再生をSTMで行なう方法が提案されている[特開昭63-161552号公報、特開昭63-161553号公報]。この方法によれば、記録のビットサイズを10nmとすれば、 10^{12} bit/cm^2 もの大容量記録再生が可能である。

【0004】更に、装置の小型化を目的とし半導体フォトリソプロセスを用いて複数のプローブと極めて小型の可動機構を半導体基板上に形成することがマイクロメカニクス技術により検討されている。その可動機構に用いる典型的な微小機械として静電カンチレバー、圧電バイモルフカンチレバー(USP4, 906, 840)等が提案されている。これら微小機械は、半導体フォトリソプロセスにより作製されアレイ化、低コスト化が容易であり、小型化することで高速応答性を期待できる。特に静電カンチレバーは、自己変位する圧電バイモルフカンチレバーに比べ、静電引力により外部からの電圧印加にて変位するために、サイズに比して大きな変位を行うことが可能である。また、両持ち梁上に形成された平板部を、両持ち梁のねじれ弾性を利用して、静電駆動させるタイプ(トーションレバー型)も考案されている(特開平4-1948)(図9)。この方法はカンチレバー型と異なり、レバーのたわみ弾性と梁のねじれ弾性を独立に設定できるため、剛性と共振周波数に自由度のある微小変位阻止を作製することができる。また、静電カンチレバーが電圧を印加することによりレバーの先端が基板の方向に変位するため、対向する媒体との距離が制御しにくいのに対し、この方法は電圧を印加することにより、レバーの先端が基板と反対方向に変位するため、媒体との距離が制御しやすいという利点もある。

【0005】このようなトーションレバー型微小変位素子は上記のような情報処理装置へ応用のほかは、光偏向

10

20

30

40

50

3

器、微小機械スイッチへの応用も考えられる。マイクロメカニクス技術を用いた機械式光学素子である光偏向器としてはK. E. Petersenにより提案されたシリコンによるTorsional Scanning Mirror (IBM J. RES. DEVELOP., VOL. 24, No. 5, 9, 1980, pp 631-637) (図9) 等がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記のようなトーションレバー型微小変位素子は以下のような問題点を有していた。トーションレバー型微小変位素子は長期にわたって駆動される。この駆動により微小変位素子の梁部は「ねじれ-回復-ねじれ-回復」の工程を繰り返す。この時最も応力が集中するのが梁の付け根の部分である。駆動を長い期間続けると、梁の付け根付近で破断し、微小変位素子は破壊されてしまう。亀裂が入るのを防止するために、梁部の厚さを厚くする方法もあるが、この場合微小変位素子の駆動距離が低下してしまうという問題点があった。

【0007】以上のような従来例の問題点に鑑み、本発明の目的とするところは、駆動を長期間行っても梁部の付け根付近に亀裂が生ぜずしかも駆動距離が低下しない構造を有するトーションレバー型微小変位素子を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者は上記の問題点を解決するために鋭意検討を行い本発明に到達した。即ち、本発明の特徴とするところは、第1に基板上に該基板との間に空隙を介して形成された平板駆動部、該基板に支持され該平板駆動部の回転支持を行う二つの梁、及び、該平板駆動部の駆動機構を有する微小変位素子であって、回転軸に直交する該基板上の水平方向における該梁の端部の長さ L_1 と該梁の中央部の長さ L_2 が $L_1 > L_2$ であることを特徴とするトーションレバー型微小変位素子であり、第2に基板上に該基板との間に空隙を介して形成された平板駆動部、該基板に支持され該平板駆動部の回転支持を行う二つの梁、及び、該平板駆動部の駆動機構を有する微小変位素子であって、回転軸に直交する該基板上の水平方向における該梁の端部の長さ L_1 と該梁の中央部の長さ L_2 が $L_1 > L_2$ であることを特徴とするトーションレバー型微小変位素子であり、第3に前記梁の端部の形状が該基板と水平方向において曲線状であることを特徴とするトーションレバー型微小変位素子であり、第4に前記駆動機構が前記基板上に設けた固定電極と前記平板駆動部との間に電圧を印加することにより該平板駆動部を該固定電極方向に空間的に変位させる駆動機構であることを特徴とするトーションレバー型微小変位素子であり、第5に前記トーションレバー型微小変位素子上にティップを有することを特徴とするプローブであ

4

り、第6に前記トーションレバー型微小変位素子上にティップを有し、該微小変位素子の制御手段、該ティップと観察すべき試料媒体との距離を調節する手段及びティップと試料の間に電圧を印加する手段を備えたことを特徴とする走査型プローブ顕微鏡であり、第7に前記ティップに通じる電極配線が梁の端部の曲線に沿って形成されていることを特徴とする走査型プローブ顕微鏡であり、第8に前記トーションレバー型微小変位素子上にティップを有し、該微小変位素子の制御手段、該ティップと記録媒体との距離を調節する手段及びティップと記録媒体の間に電圧を印加する手段を備えたことを特徴とする情報処理装置であり、第9に前記ティップに通じる電極配線の梁の端部の曲線に沿って形成されていることを特徴とする情報処理装置である。次に図面を用いて本発明を詳細に説明する。

【0009】図1は本発明のトーションレバー型微小変位素子を示す斜視図であり、図2は上面図である。平板駆動部4は空隙3を介して固定電極1が形成された基板2上に形成してある。平板駆動部4は回転支持を行う両持ちの梁5によって支持部6に支持されている。梁5とは、図2に示す外側点線間のことで、平板駆動部4及び支持部6の間に位置する部分を指す。さらに、梁5は図2に示すように梁の中心部5'と梁の端部5''に分けられる。ここで、梁の端部5''と梁の中心部5'の、梁の回転軸に直交する基板の水平方向の長さ、それぞれ L_1 、 L_2 は $L_1 > L_2$ である形状を有する。梁の形状の例を図11に示す。図2では平板駆動部4上には上電極10、ティップ11、電極配線12が形成されている。

【0010】本発明のトーションレバー型微小変位素子の駆動方法は、固定電極1への電圧印加によって平板駆動部4上には平板駆動部4諸端部が固定電極に引き寄せられ、梁5がねじれることにより、平板駆動部4全体が両持ち梁5の軸回りに回転する駆動方法である。

【0011】本発明によるトーションレバー型微小変位素子は、半導体プロセス技術と薄膜作製技術を用いた次の諸工程により形成される。作製工程の断面図を図3に示す。まず、基板2上に絶縁層8を作製する。次に、平板駆動部4駆動のための固定電極1を基板上に作製する(図3-a)。次に、平板駆動部4を中空構造にするためのスペーサとなる犠牲層9を作製する、次に、平板駆動部4と梁5を作製する(図3-b)。次に、平板駆動部4駆動のため固定電極1と対向配置する上電極10を形成する(図3-c)。最後に、犠牲層9をエッチング除去する(図3-d)、犠牲層9以外の部分は犠牲層9とのエッチング選択性のあるものである必要がある。

【0012】なお、絶縁層8、犠牲層9、電極1、10、平板駆動部4、梁5の形成方法としては、従来公知の技術、たとえば半導体産業で一般に用いられている真空蒸着法やスパッタリング法、化学気相成長法の薄膜作

製技術やフォトリソグラフ技術及びエッチング技術を適用することができ、その作製方法は本発明を制限するものではない。

【0013】尚、梁の材料としてはその構造上ヤング率の大きな材料が好ましく、かつ薄膜化及びエッチングが容易である必要がある。具体的にはSi、SiN、SiC、SiO_x等が好適に用いられる。

【0014】以上、本発明の構造を有することにより、高速駆動を長期間行っても梁部の付け根付近に亀裂が生ぜずしかも駆動距離が低下しないトーションレバー型微小変位素子を提供することができる。

【0015】さらに、[特開平4-1948]に記載されているような構造では電極配線12と上電極10が近接して配置されているため両者間の寄生容量が大きくなり、微弱な電流を検出しづらい。これに対して本発明のトーションレバー型微小変位素子においては、図4に示すように梁の端部5''を面内方向に広くとれるため電極配線12を上電極10に対して遠避けて配置することができる。これにより電極配線12と上電極10の間に発生する寄生容量を低減できるため、単位電圧あたりの駆動距離を低下させることなく、より微弱な電流を感度良く検出できるようになる。

【0016】以下実施例を挙げて本発明を詳細に説明する。

【0017】

【実施例】

実施例1

本実施例は本発明によるトーションレバー型微小変位素子の第一の態様であるブローブを示すものである。図1は、本実施例の構成を説明する斜視図であり、図2は上面図である。絶縁層8上に固定電極1を形成した基板2に空隙3をもって平板駆動部4が形成してある。平板駆動部4は回転支持を行う両持ちの梁5によって支持部6に支持されている。梁5はその端部、即ち平板駆動部4及び支持部6との梁の端部5''において、梁中心部よりも基板面内方向に太い形状を有する。平板駆動部4上には駆動用の上電極10、ティップ11、電極配線12が形成してある。

【0018】本実施例によるブローブの駆動方法は、固定電極1への電圧印加によって平板駆動部4の端部が固定電極1に引き寄せられ、梁5がねじれることにより、平板駆動部4全体が両持ち梁5の軸回りに回転し、平板駆動部4先端に設けられたティップ11が媒体に接近する方法である。

【0019】次に、本発明によるトーションレバー型微小変位素子の作製工程を図5の作製工程図を用いて説明する。まず、Siからなる基板2上にシリコン窒化膜を減圧CVD(LPCVD)により0.3μm成膜し絶縁層8を形成した。次に、レジストを塗布・パターンニングした後スパッタリング法によりTiを5nm、Ptを

0.2μm堆積し、レジストを除去することにより固定電極1を形成した。次に酸化亜鉛をスパッタリング法により2μm堆積させた後、フォトリソを塗布・パターンニングし、過酸化水素とアンモニアの混合水溶液により酸化亜鉛をエッチングし、犠牲層9を形成した(図5(a))。次に酸化シリコンをスパッタリング法により1μm堆積させた。次に、レジストを塗布・パターンニングした後スパッタリング法によりTiを5nm、Auを0.2μm堆積し、レジストを除去することにより上電極10及び電極配線12を形成した(図5(b))。次に、酸化シリコンをレジストを用いてパターンニングした後、反応性イオンエッチング法にてCF₄ガスを用いてエッチングし、平板駆動部4及び梁5の形状とした(図5(c))。

【0020】次に、ティップ11の作製工程を説明する。まず、方位面(100)のSi第二基板51を用意した。次に、第二基板51表面にシリコン窒化膜を減圧CVD(LPCVD)により0.1μm堆積する(図5(d))。次に、このシリコン窒化膜52をティップ11に対応した寸法で矩形状にエッチング除去した。次に、第二基板51を100℃に過熱した水酸化カリウム水溶液を用いて結晶異方性エッチングにより加工し、ティップ部分の型となる逆ピラミッド状の凹部53を形成した(図5(e))。次に、残りの窒化シリコンを、反応性イオンエッチング法により除去する。次に、レジストをパターンニングし、真空蒸着法にてAuを1μm成膜し、その後レジストをアセトンで溶解することにより、ティップ11となるAuのパターンを形成した(図5(f))。次に、ティップ11を平板駆動部4上(図5-c)に接着して加重を加え、第二基板51との界面から引きはがすことによりティップ11を平板駆動部4上に転写した(図5(g))。

【0021】尚、第二基板51のエッチング方法としては、単結晶シリコン、GaAs半導体等の結晶異方性エッチングはもちろん、転写可能な形状にエッチングできるものであれば等方性エッチングを用いることもできる。また、保護層52は第二基板51をエッチングするときの保護膜であるから、この時のエッチング液に耐えられるものならば良い。また、ブローブ11と第二基板51との界面の密着性を低下させるために、第二基板51上に剥離層を成膜しても良い。

【0022】最後に、酸化亜鉛の犠牲層9を、酢酸水溶液にてエッチング除去し、平板駆動部4と固定電極1間の空隙3を形成した。以上の作製工程により図5に示すトーションレバー型ブローブを得ることができた(図6(h))。また、本実施例のブローブは同一基板上に半導体プロセスにより作製した駆動回路・位置制御回路・信号検出回路も具備している。作製した微小変位素子は、梁の幅4μm、長さ50μmとし、平板駆動部長手方向を200μm、幅の長さを100μmとした。次

に、ここで作製した20本の素子を駆動してその耐久性を測定した。駆動電圧は8V、駆動周波数10kHzで行った。駆動開始1000h後に駆動を停止して素子を走査型電子顕微鏡で観察したところ、平板駆動部、梁において亀裂などの発生は確認できなかった。

【0023】尚、本実施例は静電力により駆動する素子であるが、駆動の方法は本発明を限定するものではなく、磁力による吸引・反発力、熱による梁の変形等を利用することも考えられる。

【0024】実施例2

本実施例は本発明によるトーションレバー型微小変位素子の別の態様であるトーションレバー型光偏向器である。図6は、本実施例によるトーションレバー型光偏向器の構成を説明する斜視図である。絶縁層8上に固定電極1を形成した基板2に空隙3をもってミラー（平板駆動部）4が形成してある。ミラー4は回転支持を行う両持ち梁5によって支持部6に支持されている。梁5、梁の端部5'と梁の中心部5'における、梁の回転軸に直交する基板の水平方向の長さ、それぞれ L_1 、 L_2 は $L_1 > L_2$ である形状を有する。

【0025】本実施例のトーションレバー型光偏向器は、固定電極1への電化印加によってミラー4の後端部が固定電極1に引き寄せられ、梁5がねじれることにより、ミラー4全体が両持ち梁5の軸回りに回転することを利用してミラー4の傾きを所望の角度にし、ミラー4表面に照射した光を所望の角度に反射させることのできるトーションレバー型光偏向器である。

【0026】次に、作製工程を説明する。Siからなる基板2上にシリコン窒化膜を減圧CVD（LPCVD）により0.3 μ m成膜し絶縁層8を形成した。次に、固定電極1となるポリシリコン膜をLPCVDにより0.3 μ m成膜し、その後にイオン注入法によりリン（P）を 1×10^{16} （ions/cm²）注入し、1100℃の窒素雰囲気中で1時間拡散処理を施した。この結果ポリシリコンのシート抵抗は12 Ω /cm²となった。次に、ポリシリコン膜にフォトレジスト塗布し露光、現像を行うフォトリソグラフィプロセスを用いてフォトレジストのパターニングを施し、フッ酸と硝酸の混合水溶液によりポリシリコンをパターン形成した後にレジストを剥離し、固定電極1を形成した。次に犠牲層9となるフォトレジストを3 μ m塗布し、支持部6となる部分をパターニング除去した。次に真空蒸着法によりスパッタリングしフォトレジスト上にアルミニウム（Al）を0.3 μ mを堆積した。その後、フォトレジストを塗布・パターニングし、りん酸、硝酸、酢酸及び水の混合水溶液からなるエッチャントを50℃に加熱しAlをエッチングし梁5及びミラー4を形成した。次に、アセトンを用いて犠牲層9のフォトレジスト層を除去しトーションレバー型光偏向器を得ることができた。作製した素子は、梁の幅4 μ m、長さ50 μ mとし、ミラー部長手方向を

200 μ m、幅の長さを50 μ mとした。このようにして作製した素子は極めて小型かつ計量にアレイ化して作製できる。尚、固定電極とAlミラーの接触によるショートを防ぐための絶縁膜を、固定電極上あるいはAlミラーの下に具備していても良い。

【0027】次に、ここで作製した20本の素子を駆動してその耐久性を測定した。駆動電圧は8V、駆動周波数10kHzで行った。駆動開始1000h後に駆動を停止して素子を走査型電子顕微鏡で観察したところ、ミラー4及び梁5において亀裂などの発生は確認できなかった。

【0028】実施例3

本実施例では、図1に示した形状のプロープを用いた走査型プローブ顕微鏡について述べる。図7に本発明の主要部構成及びブロック図を示す。本図にもとづいて説明する。XYステージ7a上の基板7bには、本発明の第1実施例により形成されたプローブ7cが配置されている。被観察基板7dは、プローブ7cに対向する様に配置する。7eはトンネル電流増幅器である。また7fはZ軸制御用サーボ回路、7gはX-Y走査回路で、7hはメモリー、7iはマイクロコンピューター、7jはディスプレイである。測定はプローブ7a上のディップ7jを被測定基板7c面上を走査させ、トンネル電流の変化を検知して行う。この情報をマイクロコンピューター7hで処理してディスプレイ7iに表示して被測定基板7cの表面情報を得る。X-Yステージ7fによる走査の機構としては、円筒型ピエゾアクチュエータ、平行ばね、差動マイクロメーター、ボイスコイル、インチウオーム等の制御機構を用いて行う。

【0029】本走査型プローブ顕微鏡を用いて種々の基板を1000hに渡って観察した後、使用したプローブを走査型電子顕微鏡で観察したところ、プローブに亀裂などの発生は確認できなかった。

【0030】実施例4

本実施例では、図4に示した形状のプロープを用いた走査型プローブ顕微鏡について述べる。図4に示した形状のプロープを用いて実施例3と同様に試料表面の観察を行った。雲母基板上に形成されたAu基板表面を上記走査型プローブ顕微鏡で観察を行ったところ、S/N比の良好な基板表面情報を得ることができた。

【0031】実施例5

本実施例では、第一実施例のプロープを複数個用いた記録再生装置について述べる。図8に本発明の主要部構成及びブロック図を示す。本図にもとづいて説明する。XYステージ8a上の基板8b上には、本発明の第1実施例により形成したプローブ8cが複数配置されている。8dは情報記録用の記録媒体、8eは媒体とプローブとの間に電圧を印加するための下地電極である。これらは、一様に媒体と対向する様に配置してある。前記記録媒体8dは、ディップ8fとの間に発生するトンネル電

流により記録媒体8dの気的性質が変化(たとえば電気的メモリ効果が生ずる)する有機薄膜等よりなる。前記電気特性が変化する有機薄膜としては、特開昭63-161552号公報に記載された材料、例えばジアセチレン重合体、アズレン系色素、シアニン色素、縮合複素環化合物が使用され、ラングミュア・プロジェクト膜よりなるものが好ましい。

【0032】本実施例では、石英ガラス基板の上に下地電極8eとして真空蒸着法によってCrを5nm堆積させ、さらにその上にAuを30nm同法により蒸着したものを、その上にLB法によってSOAZ(スクアリリウムビス-6-オクチルアズレン)を4層積層したものを用いた。8gは記録すべきデータを記録に適した信号に変調するデータ変調回路、8hはデータ変調回路で変調された信号を記録媒体8dとティップ8fの間に電圧を印加することで記録媒体8d上に記録するための記録電圧印加装置である。ティップ8fを記録媒体8dに所定間隔まで近づけ記録電圧印加装置8hによってパルス電圧を印加すると、記録媒体8dが特性変化を起こし電気抵抗の低い部分が生じる。本実施例では、3V、幅50nsの矩形状パルス電圧を印加したところ、記録媒体8dが特性変化を起こし電気抵抗の低い部分が生じる。この電気抵抗の低い部分、すなわち記録ビットは10nm径程度の大きさを有していた。X-Yステージ8aを用いて、その操作をティップ8fで記録媒体8d面上で走査しながら行うことによって情報の記録が成される。図では示していないが、X-Yステージ8aによる走査の機構としては、円筒型ピエゾアクチュエータ、平行ばね、差動マイクロメーター、ボイスコイル、インチウーム等の制御機構を用いて行う。

【0033】8iはティップ8fと記録媒体8dとの間に電圧を印加して両者間に流れるトンネル電流を検出する記録信号検出回路、8jは記録信号検出回路8iの検出したトンネル電流信号を復調するデータ復調回路である。再生時にはティップ8fと記録媒体8dとを所定間隔にして記録電圧より低い、例えば200mVの直流電圧をティップ8fと記録媒体8d間に加える。この状態で記録媒体8d上の記録データ列に沿ってティップ8fにて走査中に記録信号検出回路8iを用いて検出されるトンネル電流信号が記録データ信号に対応する。従って、この検出したトンネル電流信号を電流電圧変換して出力してデータ復調回路8jで復調することにより再生データ信号を得る。

【0034】8kは探針高さ検出回路である。この探針高さ検出回路8kは記録信号検出回路8iの検出信号を受け、情報ビットの有無による高周波の振動成分をカットして残った信号を処理し、この残りの信号地が一定になる様にティップ8fを上限制御させるためにx、z軸駆動制御回路8lに命令信号を発信する。これによりティップ8fと記録媒体8dとの間隔が略一定に保たれ

る。8mはトラック検出回路である。トラック検出回路8mはティップ8fで記録媒体8d上を走査する際にティップ8fのデータがこれに沿って記録されるべき径路、あるいは記録されたデータ列からのずれを検出する回路である。

【0035】以上のデータ変調回路8j、記録電圧印加装置8h、記録信号検出回路8i、データ復調回路8j、探針高さ検出回路8k、x、z軸駆動制御回路8l、トラック検出回路8mで記録再生用回路8nを形成する。記録再生用回路8nは記録媒体に対向する複数のプローブ及びその駆動機構それぞれに1つつぎけられており、各プローブによる記録、再生、各プローブの変位制御(トラッキング、間隔調整等)等の要素を独立して行っている。

【0036】本記録再生装置を用いて、記録媒体に対して1000hに渡って記録再生操作を行った後、使用したプローブを走査型電子顕微鏡で観察したところ、プローブに亀裂などの発生は確認できなかった。

【0037】実施例6

本実施例では、図4に示したプローブを複数個用いた記録再生装置について述べる。記録再生装置は実施例5と同様のものを用いた。記録媒体8dは、石英ガラス基板の上に下地電極8eとして真空蒸着法によってCrを2nm堆積させ、さらにその上にAuを50nm同法により蒸着したものを、その上にLB法によってSOAZ(スクアリリウムビス-6-オクチルアズレン)を4層積層したものを用いた。本実施例では、3V、幅80nsの三角波状パルス電圧を印加したところ、記録媒体8dが特性変化を起こし電気抵抗の低い部分が生じた。この電気抵抗の低い部分、すなわち記録ビットは10nm径程度の大きさを有していた。上記記録再生装置を用いることにより、記録媒体8d中に約10nm径の記録ヘッドを精度良く書き込むことができた。また、記録ビットの再生におけるSNは十分良好であった。

【0038】比較例1

実施例1と同様な素子作製方法により、図9に示したような梁部の形状が中心部及び端部とも同一な太さを有するプローブを作製した。次に、ここで作製した20本の素子を駆動してその耐久性を測定した。駆動電圧は8V、駆動周波数10kHzで行った。駆動開始後1000h後に駆動を停止して素子を走査型電子顕微鏡で観察したところ、20本の素子のうち、12本に平行駆動部と梁において1~2μmの長さの亀裂の発生が確認された。

【0039】比較例2

実施例1と同様な素子作製方法により、図9に示したような梁部の形状が中心部及び端部とも同一な太さを有するプローブを作製した。次に、このプローブを用いて実施例4と同様に試料表面の観察を行った。雲母基板上に形成されてAu基板表面を上記走査型プローブ顕微鏡で

観察を行ったところ、実施例 4 に比べての S/N 比の低い基板表面情報がしか得られなかった。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、基板上に基板との空隙を介して形成された平板駆動部、該基板上に支持され該平板駆動部の回転支持を行う二つの梁、及び、該平板駆動部の駆動機構を有するトーションレバー型微小変位素子において、回転軸に直交する該基板上の水平方向における該梁の端部の長さ L_1 と該梁の中央部の長さ L_2 を、 $L_1 > L_2$ することにより、長期間の駆動に耐えられるトーションレバー型微小変位素子を提供できる。さらに、これにより電極配線を上電極から離して位置させられるため両者の間に発生する寄生容量を低減でき、単位電圧あたりの駆動距離を低下させることなく、より微弱な電流を感度良く検出できる走査型プローブ顕微鏡及び情報処理装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のトーションレバー型微小変位素子の斜視図を示す図。

【図 2】本発明のトーションレバー型微小変位素子の上面図を示す図。

【図 3】本発明のトーションレバー型微小変位素子の製造工程を示す断面図。

【図 4】本発明のトーションレバー型微小変位素子の上面図を示す図。

【図 5】実施例 1 によるトーションレバー型微小変位素子の製造工程を示す図。

【図 6】本発明のトーションレバー型微小変位素子の斜視図を示す図。

【図 7】実施例 3 による走査型プローブ顕微鏡の主要部構成図。

【図 8】実施例 4 による情報処理装置の主要部構成及びブロック図。

【図 9】従来例のトーションレバー型微小変位素子。

【図 10】従来例のトーションレバー型光偏向器（トーションレバー型微小変位素子）。

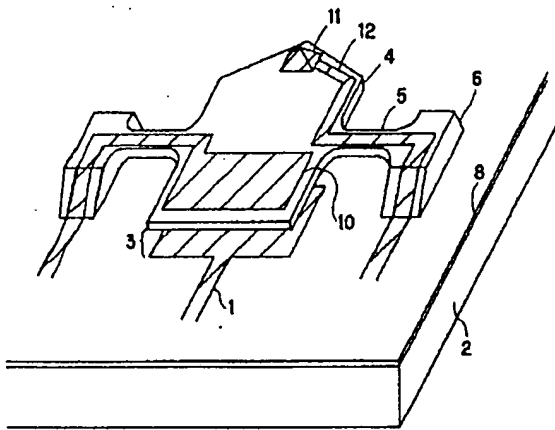
【図 11】本発明の梁の構造の例である。

【符号の説明】

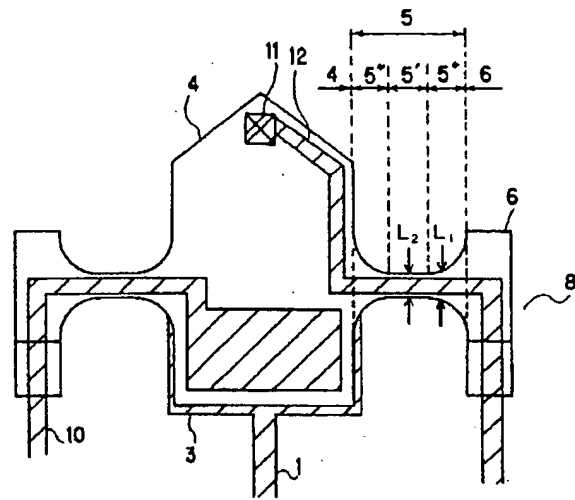
- 1 固定電極
- 2 基板

- 3 空隙
- 4 平板駆動部、ミラー
- 5 梁
- 5' 梁の中央部
- 5" 梁の端部
- 6 支持部
- 8 絶縁層
- 9 犠牲層
- 10 上電極
- 11 ティップ
- 12 電極配線
- 13 リッジ
- 51 第二基板
- 52 保護層
- 53 ティップ用凹部
- 7a XYステージ
- 7b プローブ
- 7c 被観察基板
- 7d トンネル電流増幅器
- 7e Z軸制御用サーボ回路
- 7f X-Y走査回路
- 7g メモリー
- 7h マイクロコンピュータ
- 7i ディスプレー
- 7j ティップ
- 8a XYステージ
- 8b 基板
- 8c プローブ
- 8d 記録媒体
- 8e 下地電極
- 8f ティップ
- 8g データ復調回路
- 8h 記録電圧印加装置
- 8i 記録信号検出回路
- 8j データ変調回路
- 8k プローブ高さ検出回路
- 8l X, Z軸駆動制御回路
- 8m トラック検出回路
- 8n 記録再生用回路

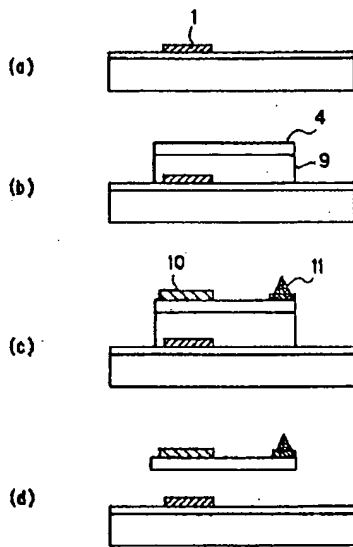
【図 1】



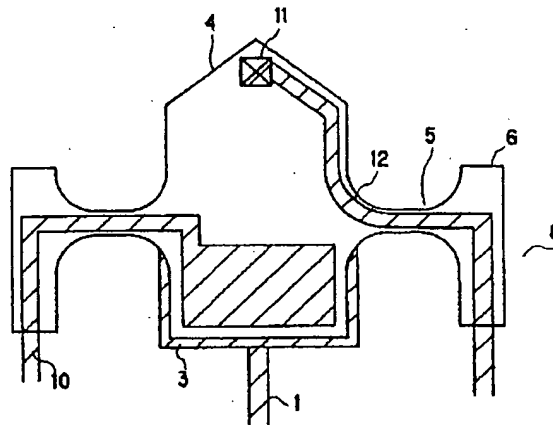
【図 2】



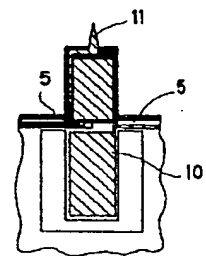
【図 3】



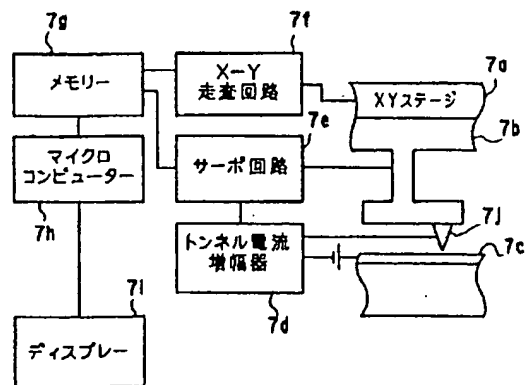
【図 4】



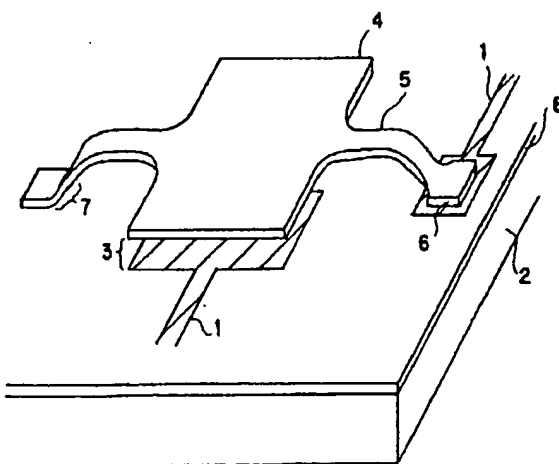
【図 9】



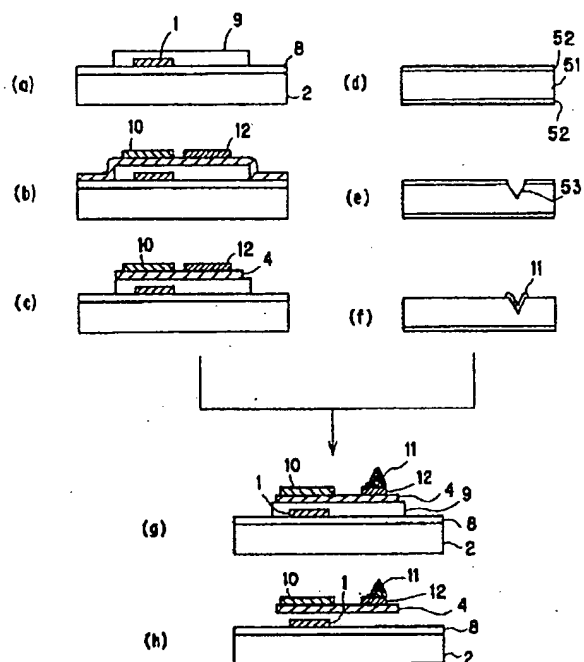
【図 7】



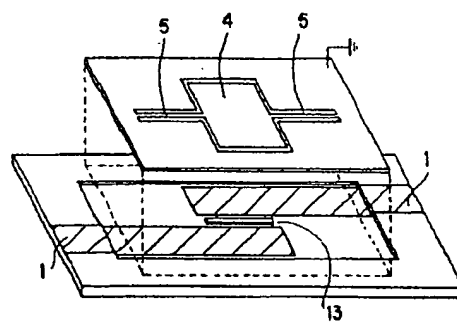
【図 6】



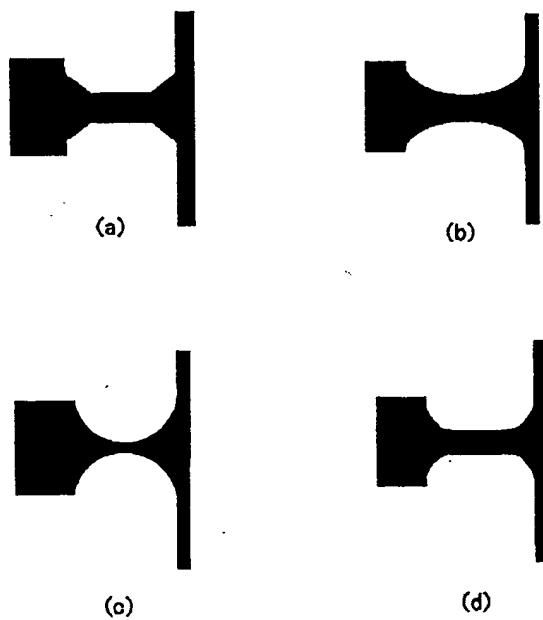
【図5】



【図10】



【図11】



[illegible]